# FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEQUENO/PR – SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO

Laiane Ady WESTPHALEN [1]
Leonardo José Cordeiro SANTOS [2]

RESUMO

Um dos problemas da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) é o conflito existente entre a expansão urbana em locais ambientalmente frágeis e a necessidade de preservação dos recursos naturais e hídricos. No Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI), elaborado pela Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), estão incluídas propostas de caráter estrutural (rede de transporte, rede viária, ordenação do uso do solo) e de caráter ambiental, visando a preservação de mananciais (COMEC/PDI, 2001). Instrumentos de gestão como a Lei Estadual n° 12.248/98 instituída com o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (SIGPM – RMC), e as APAS (Áreas de Proteção Ambiental) também têm como objetivos desenvolver ações em defesa do ambiente (COMEC/PDI, 2001). Porém, muitos destes instrumentos, criados para a preservação do ambiente e melhora da qualidade de vida da população acabam se confrontando, tanto no âmbito político quanto nos interesses da iniciativa privada e civil. A bacia hidrográfica do Rio Pequeno, localizada em São José dos Pinhais, reflete os conflitos sócio-ambientais gerados pelo intenso processo de industrialização e urbanização ocorrido nas últimas décadas na RMC. A mesma caracteriza-se por compor a bacia do Altíssimo Iguaçu (ANDREOLI,1999), cujas nascentes localizam-se na Serra do Mar, sendo potencialmente um manancial de abastecimento. Desta forma, o objetivo do trabalho é caracterizar o meio físico e avaliar a fragilidade potencial e emergente da bacia do Rio Pequeno. A pesquisa foi baseada na metodologia proposta por ROSS (1994) que consiste na avaliação do meio físico, considerando o grau de fragilidade dos seus elementos (potencial), e o grau de proteção do solo decorrente da intervenção humana (emergente). Como resultado constatou-se que cerca de 70% da bacia apresenta fragilidade potencial baixa e muito baixa. Estas áreas abrangem os cursos médio e inferior da bacia e apresentam declividades que variam de 6% a 20%. Apresentam solos desenvolvidos e com boa drenabilidade (Latossolos). Porém há uma baixa proteção do solo ocasionada pela intensa urbanização, resultando em fragilidade emergente baixa e média. As áreas próximas à planície de inundação e ao longo do curso do rio apresentam fragilidade potencial média, abrange aproximadamente 30 % da área total. O relevo é caracterizado por declividades de até 6% e forte presença de Gleissolos. Embora haja a predominância de vegetação herbácia e arbustiva, há uma extensa área com baixo grau de proteção devido ao uso inadequado do solo, resultando em fragilidade emergente média e alta. As áreas com fragilidade potencial alta e muito alta são encontradas no curso superior da bacia, correspondendo a aproximadamente 9% da mesma. Apresentam declividades acima de 20%, com presença de solos pouco desenvolvidos (Cambissolos e Neossolos Litólicos). Nestas áreas localizam-se as principais nascentes do rio sob o domínio da Floresta Ombrófila Densa, o que corresponde ao alto grau de proteção e baixo índice fragilidade emergente. Por fim, com a caracterização do meio físico e identificação da fragilidade ambiental pode-se dizer que existem áreas que apresentam condições físico-ambientais favoráveis para a ocupação, por outro lado, há áreas potencialmente frágeis que devem ser preservadas. Os processos de degradação gerados pelas atividades industriais, urbanas e

[1] Universidade Federal do Paraná, Bolsista CNPq, laianeaw@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal do Paraná, Professor Doutor, santos@ufpr.br

agrícolas podem ser reduzidos por meio de práticas conservacionistas e com o apoio do poder público.

## INTRODUÇÃO

O processo de industrialização ocorrido nas últimas décadas na RMC, contribuiu significativamente para a atual configuração espacial de alguns municípios da região, especialmente o de São José dos Pinhais. O município sofreu grande aumento populacional decorrente da instalação de indústrias, acelerando assim, seu processo de urbanização.

Uma das determinações previstas no Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI), elaborado no final da década de 70, foi a proibição de instalações industriais em municípios situados à leste de Curitiba, sendo estas áreas inteiramente destinadas a preservação de manaciais. No entanto, a maioria das indústrias instaladas após 1995, localizam-se em áreas de proteção ambiental e em municípios situados na porção leste da RMC (FIRKOWSKI, 2004).

Um caso notório é a instalação da indústria Renault no munícipio de São José dos Pinhais. Conforme FIRKOWSKI (2004) o governo estadual, motivado pela instalação da indústria, alterou os limites da área de preservação que protegia a bacias hidrográficas situadas à margem esquerda do rio Iguaçú. A mesma foi fragmentada em três áreas menores de proteção ambiental, criando as APAs Estaduais do Pequeno, do Piraquara e do Iraí.

Tal atitude ocasionou um grande aumento populacional no município. Segundo CHUEH (2004) o crescimento industrial atraiu mais trabalhadores que os empregos ofertados pela indústria e pelo setor terciário, gerando sérios problemas sociais. O estado de miséria da população associado à falta de planejamento urbano frente as transformações espaciais que estavam ocorrendo, resultou em ocupações irregulares na periferia da cidade e às margens dos rios Iguaçú e Pequeno.

Cabe ressaltar que processos de ocupação, assim como o desenvolvimento das atividades econômicas, quando não ocorrem de forma planejada fazem com que rapidamente sejam atingidos os limites de suporte físico das áreas ocupadas, levando a diminuição da qualidade de vida das populações residentes e a degradação ambiental.

ROSS (2001) afirma que diversas formas de intervenção humana na natureza devem ser precedidas de diagnósticos que possibilitem o conhecimento prévio das características naturais do local. A instalação de indústrias, expansão urbana, entre outras atividades interferem significativamente no ambiente e com isso é importante que se tenha uma posição preventiva do mesmo, onde sejam estabelecidas diretrizes para uso racional dos recursos naturais.

O atual Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI), elaborado pela COMEC (2001), inclui propostas para o desenvolvimento econômico e social da região metropolitana, visando a integração efetiva dos municípios ao pólo. O PDI apresenta propostas de caráter estrutural (como rede de transporte, rede viária, ordenação do uso do solo) e de caráter ambiental, com ênfase nos recursos hídricos, visando principalmente, a preservação de mananciais (COMEC/PDI, 2001).

Outros instrumentos de gestão como a Lei Estadual n° 12.248/98 instituída com o *Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba* (SIGPM – RMC), tem como objetivos: assegurar as condições essenciais para recuperação e preservação dos mananciais de abastecimento público; integrar a ação dos órgãos competentes e descentralizar a ação do poder público na defesa do meio ambiente.

Porém, muitos dos instrumentos criados para a preservação do ambiente e melhora da qualidade de vida da população acabam se confrontando, tanto no âmbito político quanto

nos interesses da iniciativa privada e civil, contribuindo para a degradação ambiental e gerando problemas sócio-ambientais irreversíveis.

De acordo com CUNHA & GUERRA (2003) a degradação ambiental é o aceleramento de processos naturais, como inundação, erosão, entre outros, causados pela utilização inadequada dos recursos naturais.

Para estes autores, as conseqüências da degradação podem refletir tanto nas áreas próximas do foco quanto nas áreas mais afastadas, por meio da poluição da água, assoreamento dos rios, desertificação, inundação, deslizamentos, extinção da flora e fauna, causando altos custos ecológicos e sociais.

Para evitar tais problemas é necessário que as inserções humanas sejam feitas de forma compatível com a potencialidade dos recursos naturais disponíveis, considerando o grau de fragilidade dos locais que serão explorados (ROSS, 2003).

Para o autor, a elaboração de diagnósticos que subsidiem o planejamento urbano devem partir do pressuposto que há uma interseção dinâmica e complexa entre os elementos físicos e as atividades humanas.

Nesta perspectiva, o objetivo do trabalho consiste na caracterização do meio físico e na elaboração dos mapas de fragilidade potencial e emergente da bacia hidrográfica do Rio Pequeno/PR baseando-se na metodologia proposta por ROSS, que consiste no estudo integrado entre os elementos do meio físico e a ação antrópica (1994).

A Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno localiza-se em São José dos Pinhais (figura 1) e está inserida na Bacia do Altíssimo Iguaçu, sendo protegida pela APA DO PEQUENO conforme decreto 1752 de 06/05/1996. É um potencial manancial de abastecimento, porém há uma intensa utilização agrícola, industrial e urbana do solo, acarretando na degradação da mesma. Apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 130 km², tendo como limites a bacia do Rio Itaqui ao Norte, bacia do rio Miringuava ao Sul, Serra do Mar ao Leste e Rio Iguaçu a Oeste

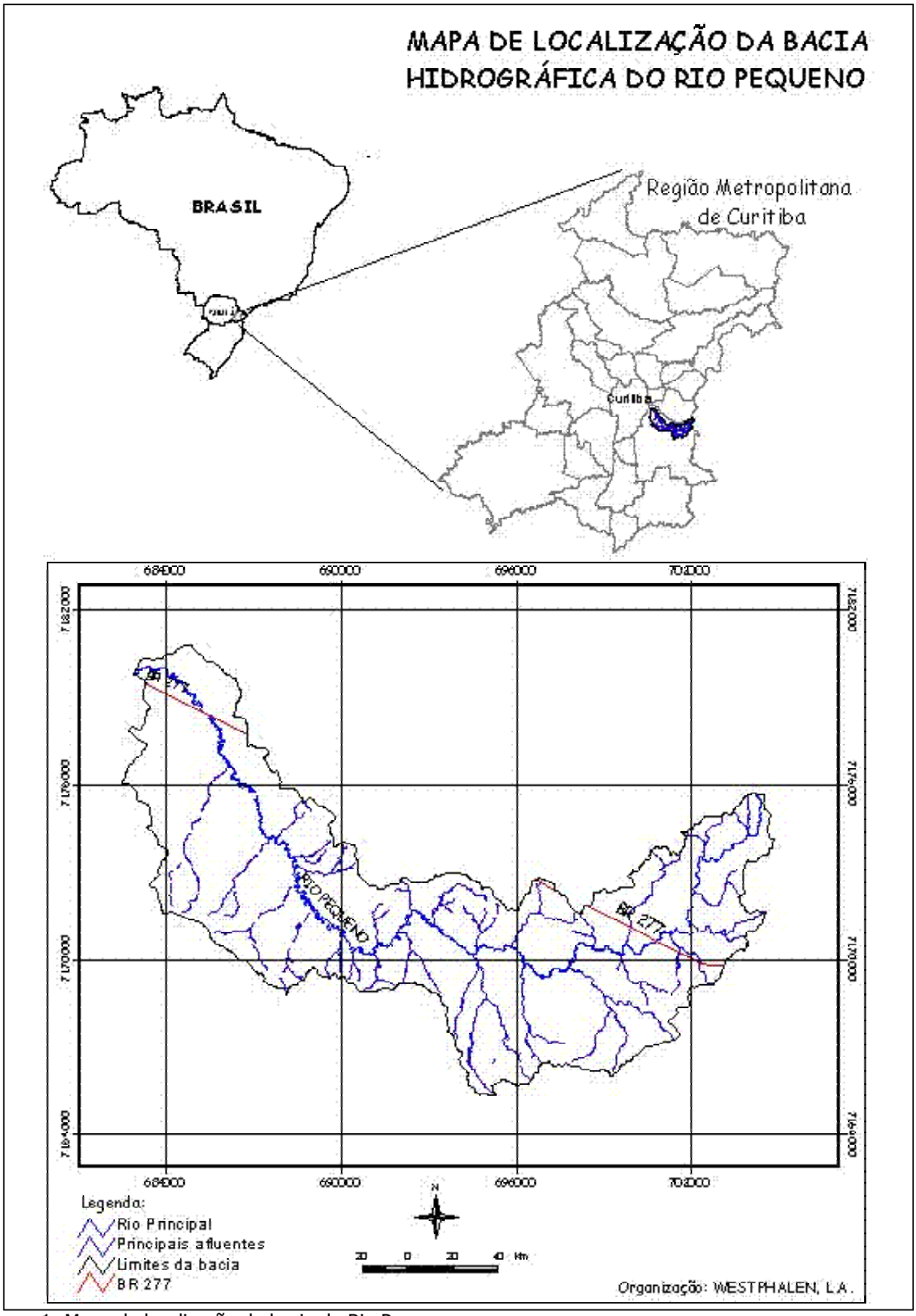


Figura 1: Mapa de localização da bacia do Rio Pequeno

## MÉTODOS E TÉCNICAS

A presente pesquisa foi realizada por levantamento de dados cartográficos e bibliográficos baseando-se na metodologia proposta por ROSS (1994) que consiste no estudo integrado entre os componentes naturais e antrópicos, com o objetivo de analisar o grau de fragilidade do ambiente.

Para o autor, a fragilidade do ambiente refere-se à característica genética deste e sua reação à intervenção humana. Destaca que para se conhecer as potencialidades de um determinado recurso natural é necessário levantar informações sobre o solo, relevo, geologia, clima, flora, fauna e humana e que a aplicabilidade destas variáveis devem ocorrer de forma sistêmica (ROSS, 2003).

De acordo com TRICART (1977) *apud* ROSS (2003), a avaliação do ambiente deve ser realizada sob a concepção da teoria dos sistemas, que consiste no estudo integrado dos elementos do meio físico, onde as trocas de energia e matéria na natureza ocorrem de forma equilibrada. Por outro lado, TRICART destaca que esse equilíbrio é dinâmico e constantemente alterado pelo homem, causando desequilíbrios temporários ou permanente. Neste caso, os ambientes que estão em equilíbrio são considerados como unidades ecodinâmicas estáveis e em desequilíbrio unidades ecodinâmicas instáveis.

Para a elaboração da metodologia que avalia os graus de fragilidade potencial e emergente do meio físico, ROSS (1994) inseriu novos critérios para definir essas unidades ecodinâmicas. As unidades instáveis correspondem àquelas em que o ambiente natural foi modificado intensamente pelo homem, seja por desmatamento ou atividades agrícolas e industriais. Já as unidades estáveis são aquelas que estão em seu estado natural. Para a Unidades Ecodinâmicas Instáveis atribuiu graus de Instabilidade Emergente elaborando uma legenda de cinco classes que variam de Muito Fraca à Muito Forte. Os mesmos atributos foram aplicados nas Unidades Ecodinâmicas Estáveis, pois mesmo estando em equilíbrio dinâmico estão expostas às intervenções humanas.

Por fim, o autor afirma que na análise da fragilidade ambiental os conhecimentos obtidos de forma setorizada, como obtenção das características pedológicas, geomorfológica, geológicas, hidrológicas, de fauna, flora e antrópica de um determinado local devem ser avaliados de forma integrada, partindo do pressuposto que na natureza há uma interdependência entre os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos.

### Ténicas Operacionais

A pesquisa foi dividida em atividades de gabinete e campo:

As atividades de gabinete à revisão bibliográfica e confecção de mapas temáticos, enquanto as de campo referem-se à coleta e checagem dos dados.

### Hipsometria e Declividade

No *software ARCVIEW 3.2* foi confeccionada dos mapas de hipsometria, com informações de curvas de nível e suas respectivas cotas. As curvas foram trabalhadas com uma eqüidistância de 10 metros na escala de digitalização 1:25 000. Optou-se pela geração em 3D para obtenção de melhores resultados visuais.

Com a carta de hipsometria foi possível gerar a carta de declividade da bacia estudada, na qual foi seguidamente transformada em raster e posteriormente reclassificada para futuro cruzamento com o mapa de solos.

Conforme a metodologia, a carta de declividade foi composta com intervalo de cinco classes e foram estabelecidas a partir dos estudos de capacidade de uso e aptidão agrícola associado a valores que indicam limites críticos da geotecnia como: capacidade erosiva, riscos de escorregamentos, deslizamentos e inundações (ROSS,2003). As categorias variam de Muito Baixas (até 6%) a Muito Alta (acima de 30%), conforme tabela 1.

Tabela 1. Classes de declividade e os respectivos graus de fragilidade

| Declividade | Graus de fragilidade |
|---|---|
| 0 – 6% | 1 Muito Baixa |
| 6 – 12% | 2 Baixa |
| 12 – 20% | 3 Média |
| 20 – 30 % | 4 Alta |
| Acima de 30% | 5 Muito Alta |

**Solos**

Para o mapeamento dos solos da bacia do Rio Pequeno, foi utilizado o método dos mapas generalizados e esquemáticos, que são mapas de escala pequena e de pouco detalhe, onde as unidades cartográficas são feitas por meio do conhecimento prévio das possíveis unidades pedológicas do local e da correlação entre tipos de solos e fatores de formação (LEPSCH, 2002).

PALMIERI (2003), demonstra de forma clara que no mapeamento generalizado e esquemático as unidades de solos são inferidas de acordo com outras fontes de informação (geomorfológica, geológica, climática, vegetação), cujo produto final é resultado da eliminação de detalhes não significativos para determinado objetivo (desagregação da informação).

Desta forma, o mapeamento dos solos da bacia foi realizado com o auxílio do mapa vetorizado de solos do Estado do Paraná da EMBRAPA, escala 1:650 000 e dos mapas temáticos de geologia, hipsometria e declividade.

Baseando-se no Mapa de Solos do Estado, foram definidos quatro principais solos na bacia em estudo, os Cambissolos, Neossolos Litólicos, os Latossolos e os Gleissolos. Partindo destas informações, foi possível inferir os limites das unidades de solos por meio da correlação geologia/relevo/solo e confeccionar a carta na escala de trabalho (1:130 000).

Os Gleissolos foram delimitados de acordo com as áreas de depósitos de sedimentos aluviais ocorridos no Holoceno e terraços aluvionares, utilizando a carta geológica da bacia. Para a delimitação dos Latossolos foram consideradas as informações geomorfológicas (hipsometria e declividade), as unidades foram definidas entre 905 m e 955 m por apresentarem declividades pouco elevadas. Da mesma forma, os Cambissolos e Neossolos Litólicos foram delimitados entre 955 m e 1245 m, pois nestas altitudes o relevo apresenta declividades mais acentuadas.

Após a confecção do mapa foram atribuídos graus de fragilidade para cada tipo de solo (tabela 2). De acordo com ROSS (2003), as classes de fragilidade foram atribuídas considerando características físicas dos solos, como estrutura, textura, plasticidade grau de coesão e profundidade dos horizontes.

Para a realização deste trabalho a metodologia foi adaptada incluindo os Gleissolos e classificando-os com fragilidade ambiental muito alta, devido às suas características. De acordo com LEPSCH (2002), os Gleissolos caracterizam-se por solos compostos por materiais inconsolidados, com baixa drenabilidade e baixa profundidade do lençol freático e são encontrados nos dominios das planícies fluviais. Os mesmos são inadequados para ocupação por serem solos pouco compactos, em constante estado de encharcamento e suscetíveis à contaminação.

Tabela 2. Tipos de solos encontrados na bacia do rio Pequeno e os respectivos graus de fragilidade

| Tipos de solos | Graus de fragilidade |
|---|---|
| Latossolo | 1 Muito Baixa |
| Sem ocorrência | 2 Baixa |
| Sem ocorrência | 3 Média |
| Cambissolos | 4 Alta |
| Gleissolos e Neossolos litólicos | 5 Muito Alta |

## Uso do Solo

Para a confecção do mapa de uso do solo, foi primeiramente realizada a classificação supervisionada da área correspondente. Optou-se pelo método de classificação máxima verossimilhança por apresentar resultados mais coerentes à necessidade do trabalho. Utilizou-se a imagem de satélite Landsat 7 ETM+, cena/órbita 220/78, passagem em 02/09/2002, resolução de 30 metros, combinação RGB (bandas 3,4,5).

Foram selecionadas 7 classes amostrais: água, área urbana, solo exposto, agricultura e campo, várzea, vegetação rasteira e mata. Não houve a avaliação quantitativa da classificação (Estatística da Classe ou Matriz de Confusão). Os processos de tratamento de imagem, classificação e reclassificação foram realizados no *software Envi 3.4*. A vetorização, tratamento final dos dados vetorias e atibuição de dados tabulares foram realizados no *software ArcView 3.2*.

Foram atribuídos valores de 1 a 5 (Muito Baixo a Muito Alto), conforme o grau de proteção do solo decorrente das atividades desenvolvidas e valor 0 (zero) aos corpos d'água isolados, conforme tabela 3:

Tabela 3. Uso do solo da bacia do rio Pequeno e os respectivos graus de proteção do solo

| Tipos de solos | Graus de proteção |
|---|---|
| Água | 0 Valor Nulo |
| Solo exposto e área urbana | 1 Muito Baixa |
| Agricultura e Pastagem | 2 Baixa |
| Vegetação Rasteira e várzea | 3 Média |
| Sem ocorrência | 4 Alta |
| Mata Natural | 5 Muito Alta |

## Mapa Fragilidade Potencial

Com a correlação das informações de tipo de solos e índice de declividade foi obtido o mapa síntese de fragilidade potencial da bacia. O cruzamento das informações foi feito no software *ArcView 3.2* com o recurso do *Map Calculator.* Nesta ferramenta foi solicitada a média aritmética dos campos de fragilidade da declividade e solos.

## Mapa Fragilidade Emergente

Com a correlação das informações de uso de solo e o resultado da fragilidade potencial da bacia foi obtido o mapa de Fragilidade Emergente. O cruzamento das informações foi realizado no software *ArcView 3.2* com o recurso do *Map Calculator.* Nesta ferramenta foi solicitada a média aritmética dos campos de fragilidade potencial e grau de proteção atual do uso do solo.

Os mapas de fragilidade potencial e emergente foram obtidos por meio correlação dos mapas temáticas que indicam as características físicas do ambiente e o grau de intervenção antrópica. O fluxograma (figura 2) demonstra de forma simplificada os procedimentos para elaboração destes:

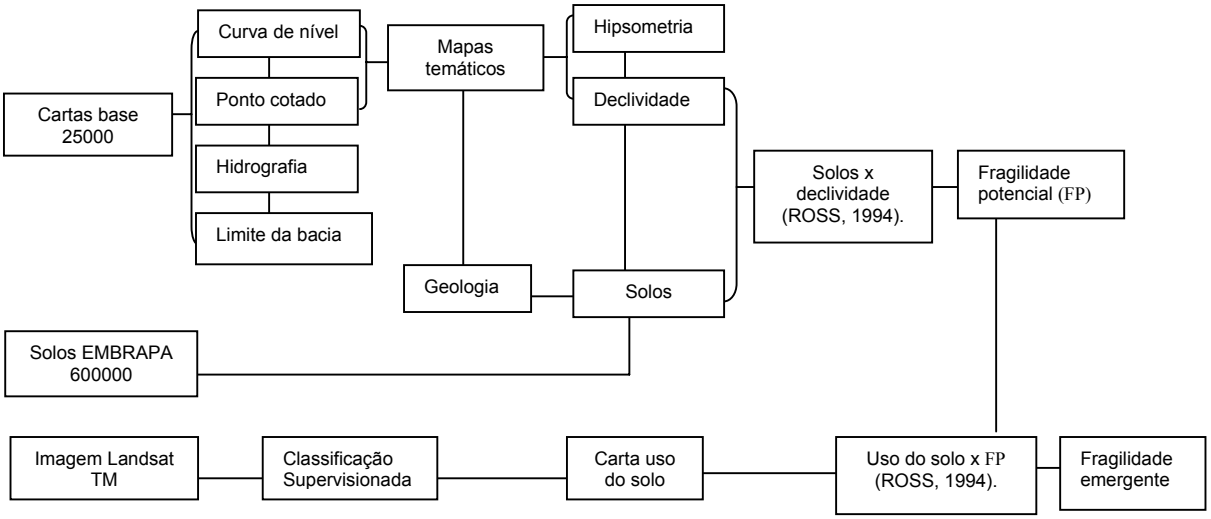


Figura 2: Fluxograma dos procedimentos para a elaboração dos mapas temáticos e de fragilidade potencial e emergente

## RESULTADOS

### Caracterização Físico-Ambiental da Bacia

A bacia estudada encontra-se no primeiro planalto no qual apresenta um relevo suavemente ondulado com planícies de várzeas intercaladas por sedimentos fluviais do Quartenário Holoceno (formadas por areias, argilas e cascalhos) e do Pleistocenio formados por areias, argilas, arcósias e cascalhos (MAACK, 1981).

A geologia da bacia está representada por deposições recentes de sedimentos do Quartenário Holoceno ao longo da planície aluvial. Há também sedimentos da Bacia de Curitiba do período geológico Pleistocenico no terço inferior. Já em uma pequena área do terço superior do rio encontra-se rochas do complexo Granítico-Gnaíssico, do Proterozóico Inferior. E por fim, rochas do complexo Gnáissico-migmatito que abrange grande parte do curso médio e superior do rio.

O clima da região é classificado como Cfb, que segundo Köppen é característico de climas temperados chuvosos e quentes, úmidos em todas as estações e verão moderadamente quente. De acordo com CHUEH (2004) *apud* IAPAR (1994), o clima é "temperado propriamente dito, com temperatura média nos meses mais quentes de 22ºC e a média nos meses mais frios de 18ºC. As chuvas são regulares com precipitação mensal superior aos 60 mm.

A amplitude altimétrica da bacia é de 400m com altitudes que variam de 875m à 1275m. O desnível maior ocorre próximo as cabeceiras do rio a partir de 955 m. O relevo da bacia é caracterizado por áreas de declividade pouco acentuada, com nível de inclinação que varia de 6 à 12%, no curso inferior e ao longo da planície aluvial. As áreas mais elevadas, apresentam declividades acima de 20%, localizando-se próximas às cabeceiras, na porção leste da bacia, sobre complexo granítico-gnaíssico. Áreas de relevo suavemente ondulados são encontrados no curso médio, sobre o complexo gnaíssico-migmatito, apresentando declividades que variam de 12 a 20%.

Na bacia, há a presença dos Latossolos que são solos com textura uniforme, alta permeabilidade e geralmente são encontrados em áreas de relevo uniforme e plano. Os Cambissolos e Neossolos Litólicos apresentam desenvolvimento fraco ou moderado, sendo comumente encontrados nas áreas íngremes. E os Gleissolos que se desenvolvem em

áreas de planície aluvial composto por materiais inconsolidados e influenciado por ocorrências de encharcamento prolongado.

A figura 3 apresenta os mapas de geologia, hipsometria, declividade e solos, respectivamente:

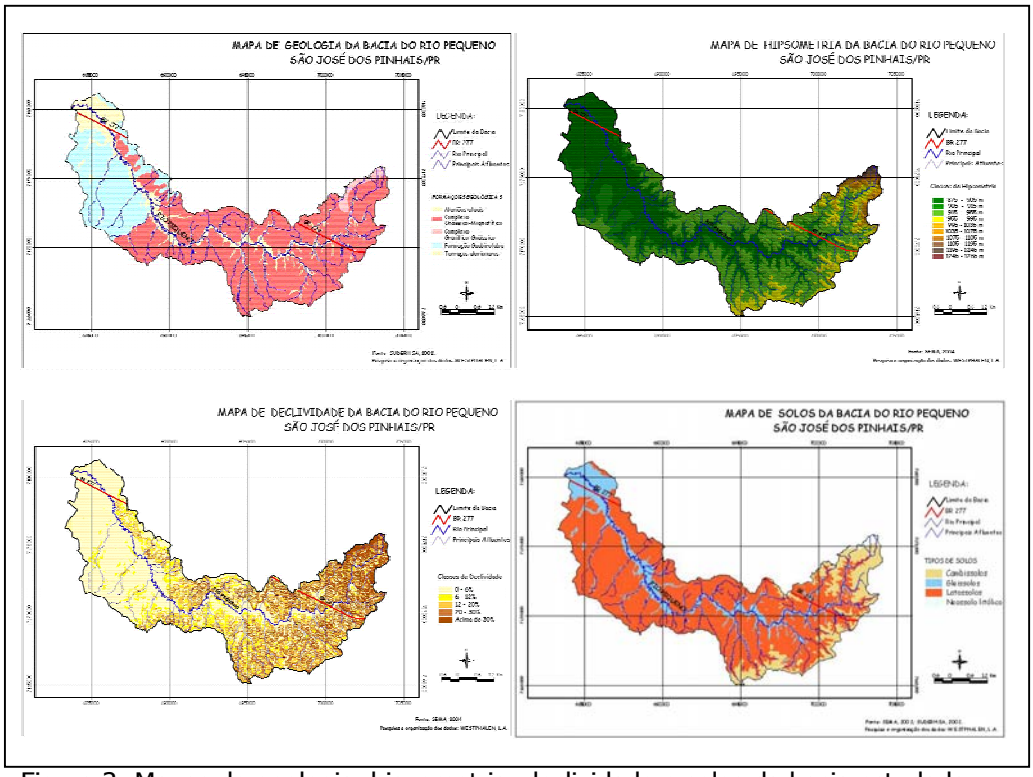

Figura 3: Mapas de geologia, hispometria, declividade e solos da bacia estudada

**Uso do solo**

Cerca de 38% da bacia são áreas urbanas, com alta impermeabilização do solo e presença de solo exposto em algumas porções. Esta configuração se apresenta praticamente em todo o terço inferior da bacia, próximo ao aeroporto Afonso Pena, à BR 277 e à rodovia Contorno Leste.

Segundo CHUEH (2004), a produção agrícola desenvolvida ao longo da bacia é voltada a culturas perenes, com ciclos curtos, destacando a produção de hortaliças. Constatou-se que aproximadamente 27% do solo é utilizado em atividades do setor primário, especialmente à agricultura. Estas atividades desenvolvem-se ao longo do terço inferior e médio da bacia.

Ao norte, ainda no terço médio da bacia encontram-se focos de vegetação arbórea entre áreas agrícolas e industriais.

No terço superior da bacia encontram-se áreas de vegetação de porte arbóreo e denso, característicos da Serra do Mar, com alguns focos de solo exposto próximos ao curso do rio, decorrentes da intervenção humana.

A figura 4 demonstra o mapa de uso do solo da bacia estudada:

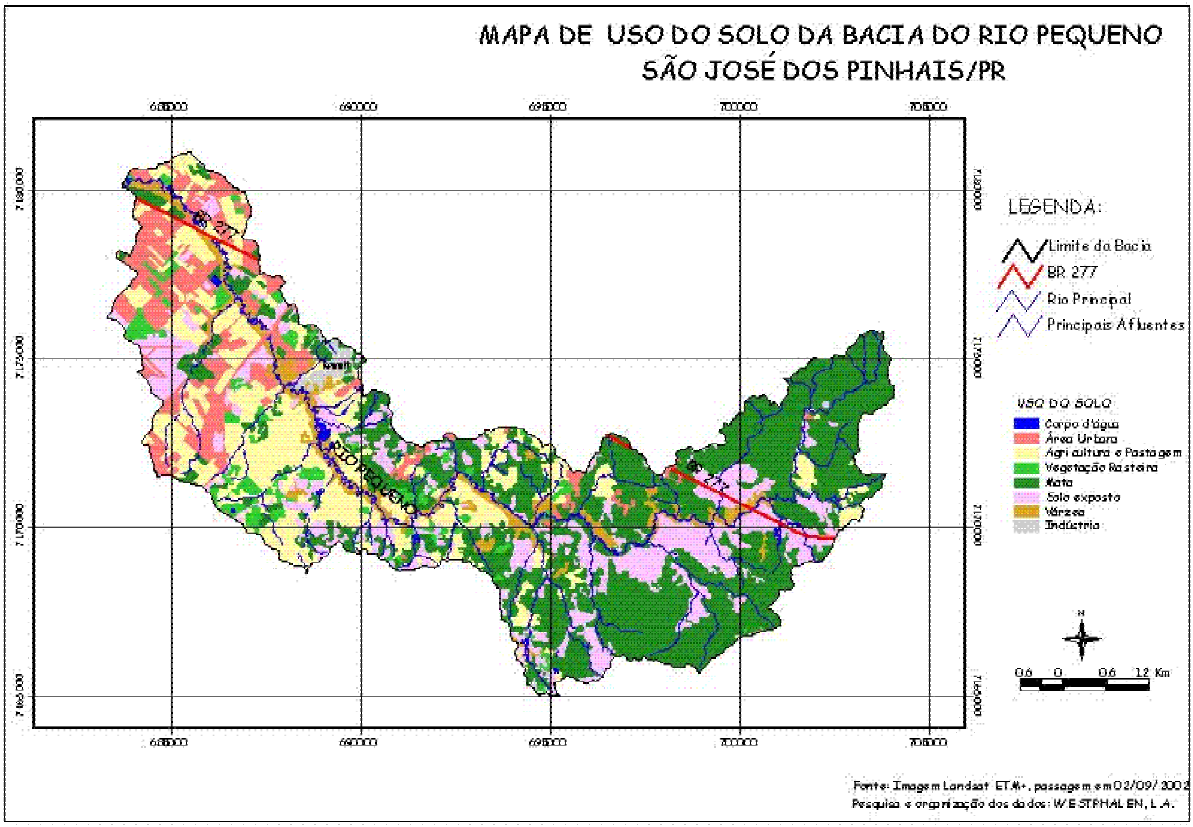


Figura 4: Mapa de uso do solo da bacia estudada

**Fragilidade Potencial e Emergente da Bacia**

Constatou-se que cerca de 70% da bacia apresenta fragilidade potencial baixa e muito baixa (tabela 4). Estas áreas abrangem o curso médio e inferior da mesma e apresentam declividades que variam de 6% a 20%, com presença de Latossolos (figura 5). A concentração urbana e industrial encontram-se, predominantemente, nesta porção da bacia. A presença do aeroporto internacional Afonso Pena, a indústria automobilística Renault do Brasil, o contorno leste metropolitano, Br 277, além das atividades agrícolas e urbanas, são características marcantes do intenso uso do solo nestas áreas. Neste caso, o baixo índice de proteção do solo resulta em fragilidade emergente que varia de muito baixa a média (figura 6).

As áreas próximas à planície de inundação e ao longo do curso do rio apresentam fragilidade potencial média com declividade pouco acentuada (até 6%) e presença de Gleissolos. Embora haja a predominância de vegetação herbácia e arbustiva há uma extensa área com baixo grau de proteção devido ao uso inadequado do solo, resultando em fragilidade emergente que varia de média a alta.

As áreas com fragilidade potencial alta e muito alta são encontradas no curso superior da bacia, representam 8,27% da área total. Apresentam declividades acima de 20% com presença de Cambissolos e Neossolos Litólicos. Nestas áreas localizam-se as nascentes do rio e caracteriza-se pela presença de cobertura vegetal da Floresta Ombrófila Densa, resultando no alto grau de proteção (tabela 5).

As tabelas 4 e 5 demonstram de forma sintetizada o percentual e a área equivalente (Km²) da fragilidade potencial e emergente da bacia.

Tabela 4. Fragilidade potencial da bacia

| Fragilidade | Área (Km²) | (%) |
|---|---|---|
| 1 Muito baixa | 61,8 | 47,5 |
| 2 Baixa | 29,2 | 22,5 |
| 3 Média | 30,3 | 23,3 |
| 4 Alta | 8,3 | 6,3 |
| 5 Muito Alta | 0,5 | 0,4 |

Tabela 5. Fragilidade emergente da bacia (grau de proteção do solo)

| Fragilidade | Área (Km²) | (%) |
|---|---|---|
| 0 Valor Nulo | 0,8 | 0,7 |
| 1 Muito baixa | 47,6 | 36,6 |
| 2 Baixa | 22,5 | 17,4 |
| 3 Média | 40,4 | 31,1 |
| 4 Alta | 18,2 | 14,0 |
| 5 Muito Alta | 0,5 | 0,4 |

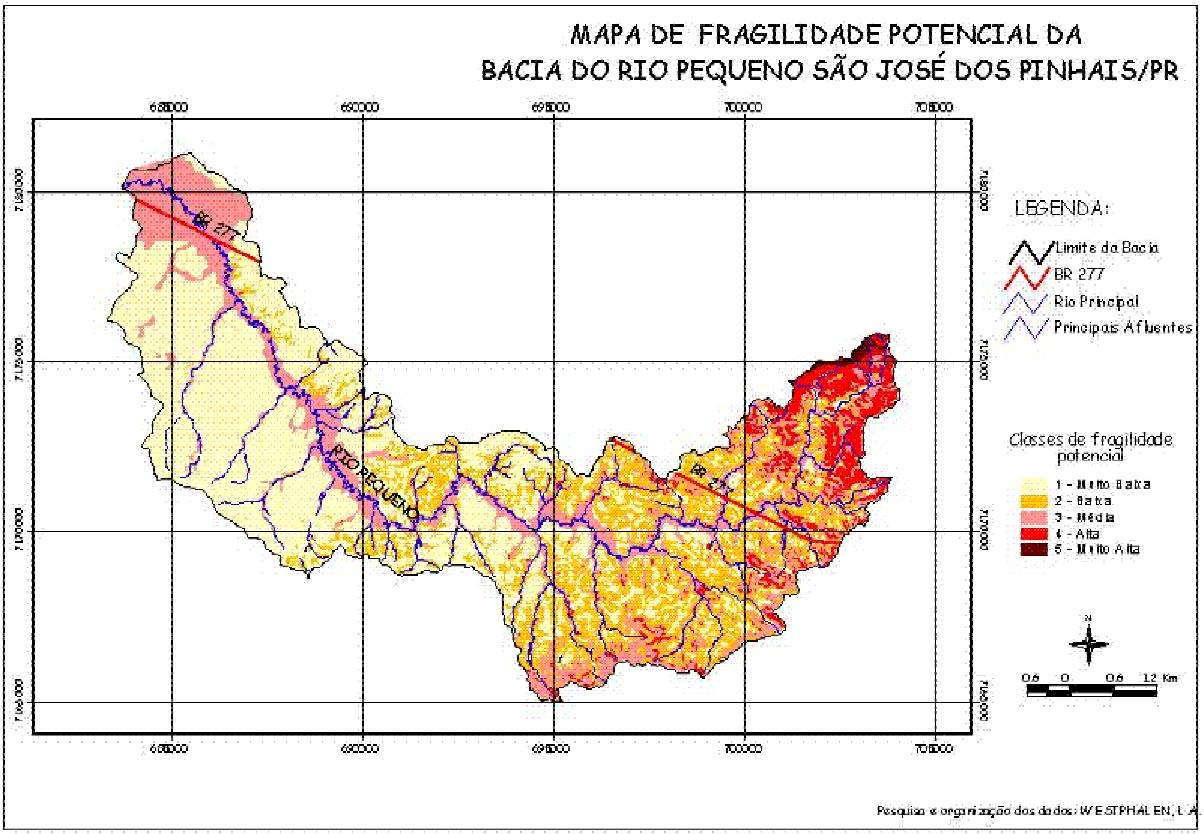


Figura 5: Mapa de fragilidade potencial da bacia do Rio Pequeno

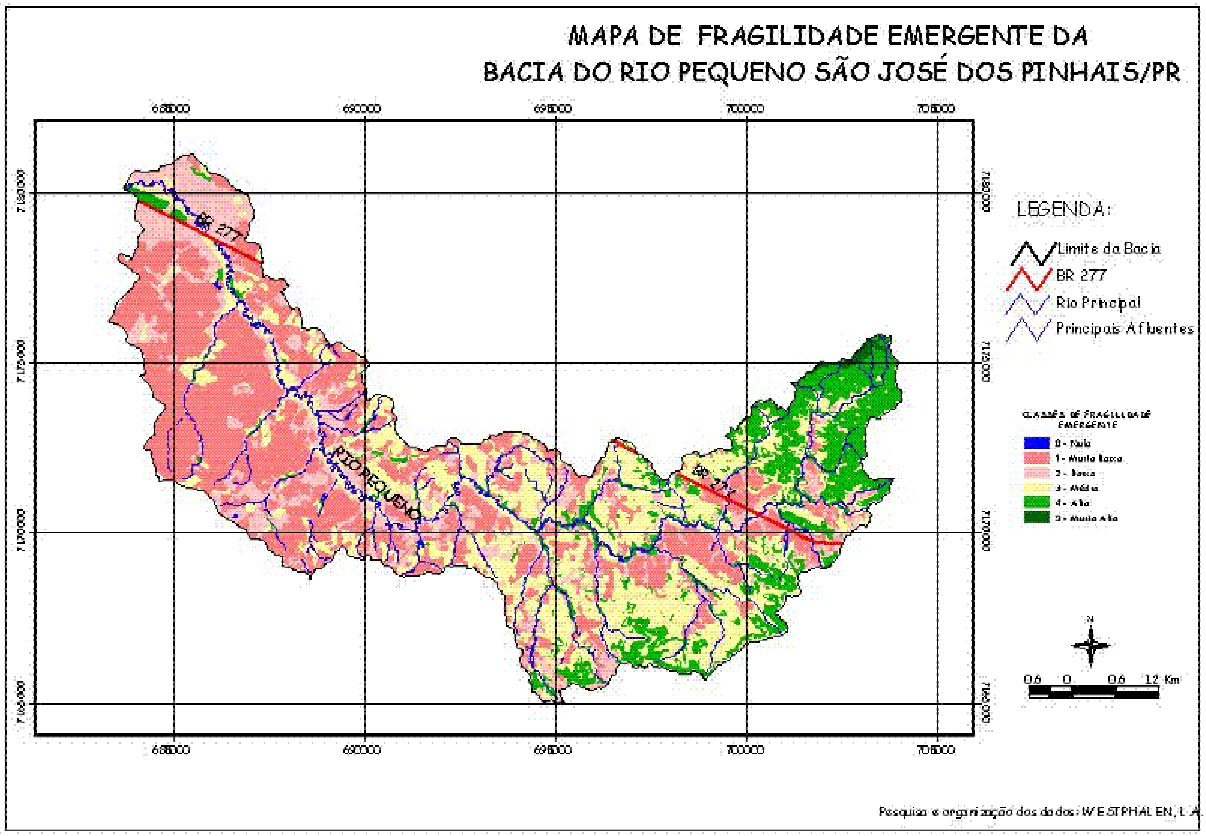


Figura 6: Mapa de fragilidade emergente da bacia do Rio Pequeno

Resumidamente, pode-se dizer que grande parte da bacia apresenta fragilidade potencial baixa, porém há algumas condições que devem ser consideradas: Suas nascentes encontram-se na Serra do Mar, local ainda pouco explorado pelo homem, fazendo com essas águas tenham grande potencial para o abastecimento público. Grande extensão da planície aluvial com presença de solos desfavoráveis à ocupação e baixa profundidade do lençol freático, sendo assim áreas suscetíveis à inundações nos períodos de grande concentração de chuvas e com alto risco de contaminação do lençol freático.

Por fim, os mapas de fragilidade potencial e emergente demonstram as características ambientais da bacia e o reflexo do uso intensivo do solo, este decorrente da falta de medidas eficazes de planejamento frente ao crescimento urbano e industrial ocorrido na região.

Como as demais bacias que compõem o Altíssimo Iguaçú (ANDREOLI,1999) a bacia hidrográfica do Rio Pequeno reflete o processo histórico de industrialização e urbanização da RMC ocorrido nas ultimas décadas, gerando, em alguns casos, conflitos sócio-ambientais irreversíveis.

Com o atual problema de escassez dos recursos naturais e hídricos, os estudos ambientais que visam propor diagnósticos e prognósticos preventivos à atuação humana tornam-se cada vez mais necessários.

As avaliações do ambiente que visam o estudo integrado dos componentes do meio físico e que sobretudo, inserem o homem como agente atuante e interventor do ciclo natural dos processos ambientais, são fortes instrumentos para o planejamento urbano. A metodologia utilizada segue estes pressupostos, mostrando resultados satisfatórios na bacia estudada.

Os processos de degradação gerados pelas atividades industriais, urbanas e agrícolas, podem ser reduzidos com práticas conservacionistas e com o apoio do poder público.

## REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V. Os mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba/RMC. **SANARE/SANEPAR**, Curitiba, (n.12), p.19-30, 1999.

CHUEH, A. M. Análise do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Pequeno – São José dos Pinhais, por meio do diagnóstico físico-conservacionista – DFC. Dissertação de mestrado. Deptº Geografia. UFPR. Curitiba, 2004.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (Org). **GEOMORFOLOGIA E MEIO AMBIENTE**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.337-379.

FIRKOWSKI, O.L.C.F. O LESTE DO AGLOMERADO METROPOLITANO DE CURITIBA: DA INTENÇÃO DE PRESERVAÇÃO À EFETIVA OCUPAÇÃO. In: MENDONÇA F. (org). **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS URBANOS**. Curitiba: Editora UFPR, 2004. p.271-286.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

MAACK, R. – Geografia Física do Paraná. Curitiba: Ed Olympio, 1981. 450p.

PALMIERI, F. & LARACH, J.O.I. GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (Org). **GEOMORFOLOGIA E MEIO AMBIENTE**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.59-122.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA RMC. Curitiba: COMEC, 2001.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista Deptº Geografia FFLCH/USP, São Paulo, (n.08), p.63-71, 1994.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 2002. 84p.

ROSS, J. L. S. GEOMORFOLOGIA APLICADA AOS EIAS RIMAS. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (Org). **GEOMORFOLOGIA E MEIO AMBIENTE**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.291-336.